

## HOE OUD?

### IV. HET $^{14}\text{C}$ ONDERZOEK

De ouderdomsbepaling met behulp van radioactief koolstof.

Tot beter begrip van deze stof, moeten we even het terrein van de kernphysica op. In onze schoolboekjes leerden we al, dat alle stoffen opgebouwd zijn uit *moleculen*. Deze moleculen zijn de kleinste deeltjes van een stof, die nog zelfstandig kunnen bestaan. De moleculen zijn weer samengesteld uit nog kleinere deeltjes, die we *atomen* noemen en die *niet* zelfstandig kunnen bestaan.

In figuur I. zien we schematisch een molecule getekend, die opgebouwd is uit drie atomen, waarvan er twee gelijk zijn. (Dit is bijvoorbeeld het geval bij water,  $\text{H}_2\text{O}$ : 2 atomen waterstof en 1 atoom zuurstof.)

Gaan we nu één atoom weer wat beter bekijken, dan zien we dat deze bestaat uit een *kern* waaromheen zich *electronen* bewegen.

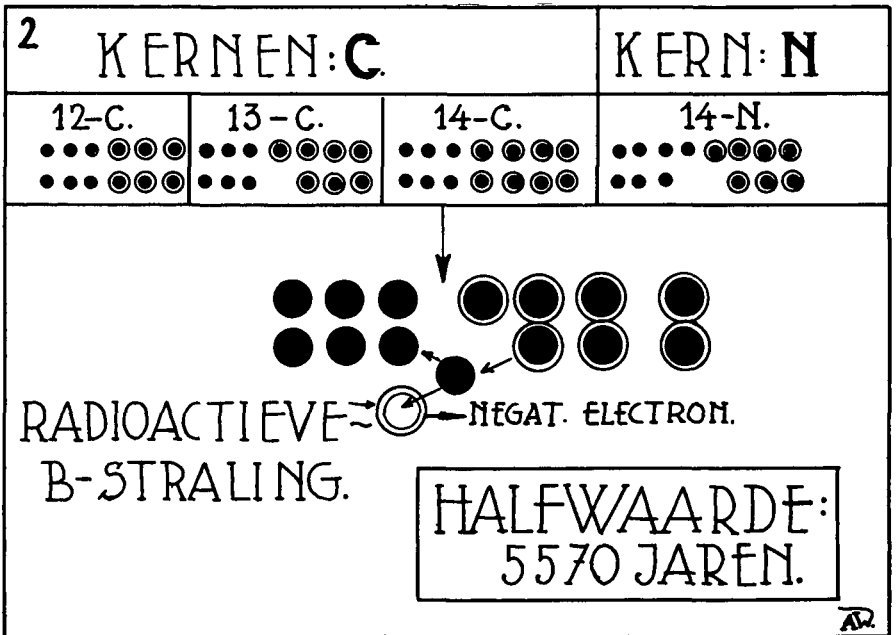
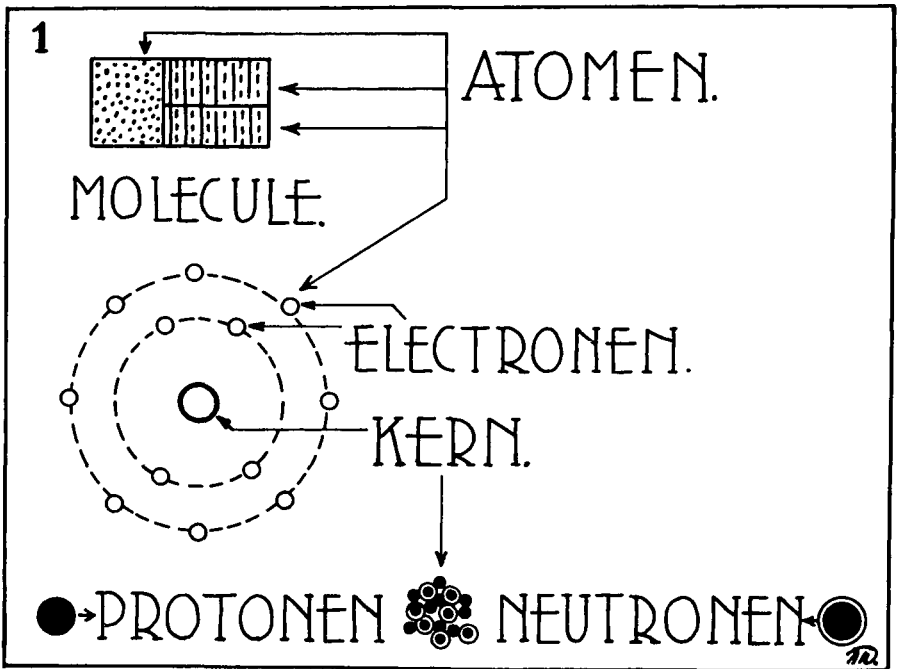
Maar ook deze kernen zijn weer samengesteld uit kleinere deeltjes (van 1 in waterstof tot 238 in uranium), waarvan een gedeelte electrisch geladen is (Protonen), terwijl de overige deze lading missen (neutronen).

Als we in figuur II terugkeren naar het koolstof, zien we dat dit koolstof (C.) in drie isotopen kan voorkomen. Scheikundig zijn deze isotopen volkomen gelijk. Het verschil is slechts aantoonbaar in het atoomgewicht. Het meestvoorkomende C-isotoop is  $^{12}\text{C}$ . De kern hiervan bestaat uit 6 protonen en 6 neutronen. Het tweede C-isotoop,  $^{13}\text{C}$  (slechts 1% van alle C.) heeft 6 protonen en 7 neutronen. Het derde C-isotoop,  $^{14}\text{C}$ , heeft 6 protonen en 8 neutronen.

In de niet stabiele  $^{14}\text{C}$  kern kan een neutron, onder „afgifte” van een negatief electron, overspringen naar de groep protonen. Deze afgifte van een *negatief electron* nu, is de meetbare *radioactieve B-straling*. Er is nu weer evenwicht in de kern, maar de stof die nu ontstaan is, is geen koolstof meer, maar *stikstof (N.)* met in de kern 7 protonen en 7 neutronen ( $^{14}\text{N}$ .) We zien dus dat  $^{14}\text{C}$  „onder afgifte” van radioactieve B-straling, overgaat in  $^{14}\text{N}$ . Omgekeerd kan  $^{14}\text{N}$  door het „bombarderen” met neutronen weer overgaan in  $^{14}\text{C}$ . Dit laatste gebeurt o.a. in de stratosfeer. Door dit „regenereren” blijft het  $^{14}\text{C}$  gehalte in de dampkring constant.

De overgang van radioactief  $^{14}\text{C}$  naar  $^{14}\text{N}$  verloopt vrij langzaam. Na 5570 jaar is de helft van  $^{14}\text{C}$  omgezet in  $^{14}\text{N}$ . We zeggen nu: *De Halfwaardetijd van  $^{14}\text{C}$  is 5570 jaar.*

In figuur III zien we hoe in de stratosfeer de kernen van stikstof ( $^{14}\text{N}$ ) zodanig door neutronen van de cosmische straling gebombardeerd worden, dat deze  $^{14}\text{N}$  overgaat in radioactieve  $^{14}\text{C}$ . Dit  $^{14}\text{C}$  komt als bestanddeel van koolzuurgas of  $\text{CO}_2$  in onze atmosfeer en wordt door de planten geassimileerd. Door het eten van plantaardig voedsel, komt dit radioactieve



$^{14}\text{C}$  ook in de beenderen van mens en dier terecht.

In alle levende plantaardige en dierlijke wezens is dus het  $^{14}\text{C}$  aanwezig. Bij het sterven houdt de opname van  $^{14}\text{C}$  op en het uiteenvallen tot stikstof  $^{14}\text{N}$  begint.

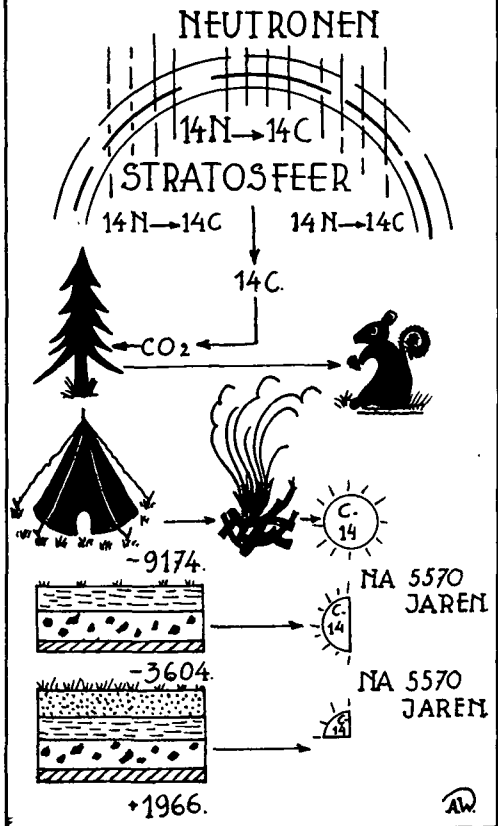
Aan de hand van een praktisch voorbeeld gaan we dit proces even volgen. Stel dat een praehistorische jager van de Tjongercultuur 9174 jaren voor X. een houtvuurtje stookte om er een hertebout op te braden. De houtskooldeeltjes van dit vuurtje bleven ter plaatse liggen en kwamen geleidelijk aan onder een stuifzandvorming terecht. Als we 5570 jaren later, dus in het jaar 3604 voor X. de radioactiviteit van deze houtskool gaan meten, zullen we zien dat er nog maar de helft van de oorspronkelijke straling aanwezig is. Na weer 5570 jaren, in 1966 na X., blijkt dat de radioactiviteit weer met de helft teruggelopen is en nog maar het vierde deel van de oorspronkelijke bedraagt.

Als we dus de nog aanwezige  $^{14}\text{C}$  in organisch materiaal uit de praehistorie gaan meten, hebben we hierin een absolute dateringsmogelijkheid. De eerste  $^{14}\text{C}$  metingen zijn verricht door Prof. W.F. Libby in de U.S.A. In ons eigen land heeft wijlen Prof. Hl. de Vries in het biophysisch laboratorium van de universiteit in Groningen, een eigen telmethode uitgewerkt, die vrij spoedig ook door andere landen werd overgenomen.

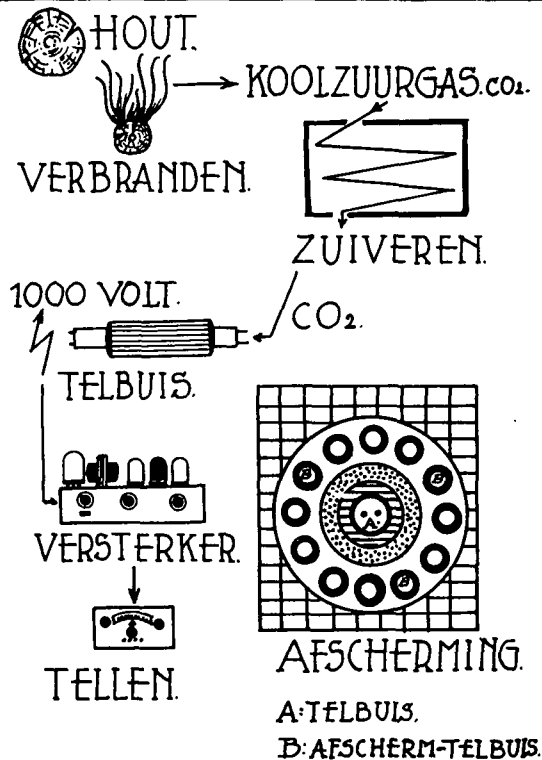
Bij deze Groningse methode verbrandt men ongeveer 2 gram van het praehistorische organische materiaal (Zie figuur IV) en voert het ontstane koolzuurgas, na zuivering, in een z.g. telbuis. De ontladingen in deze telbuis worden versterkt en door een Geigerteller geregistreerd. Om te verhinderen dat radioactieve straling uit de atmosfeer de telling zou beïnvloeden wordt de telbuis met koolzuurgas, terdege afgeschermd. Deze afscherming bestaat uit een dikke loden mantel, een kring van andere telbuizen en een bekisting van enige tonnen ijzerblokken. Zonder deze afscherming zouden er in de eigenlijke telbuis A, al 200 ontladingen per minuut geregistreerd worden, afkomstig van kleine deeltjes radioactief materiaal dat aanwezig is in bijna al de ons omringende stoffen en van de kosmische straling. Vooral de mesonen in de kosmische straling hebben een zeer groot penetratievermogen. Ze gaan zelfs nog door een massief ijzeren bepantsering van 40 cm dikte heen. Om deze mesonen uit te schakelen, heeft men de ring met B-telbuizen binnen de ijzeren afscherming geplaatst. Zou er een meson de eigenlijke telbuis A binnendringen, dan is ze eerst de ring B-buizen gepasseerd. Door een electronische schakeling, worden slechts die ontladingen in de A-buis geregistreerd, die de B-buizen niet hebben geactiveerd. Door deze voorzieningen is het aantal ontladingen, dat we ook zonder C in de telbuis A meten, - het z.g. NULEFFEKT-teruggelopen van 200 tot ongeveer twee per minuut.

Het spreekt vanzelf dat de fysici hun  $^{14}\text{C}$  methode op haar bruikbaarheid

### 3. KOSMISCHE-STRALING.



### GRONINGSE METHODE



4.

gingen controleren. Prof. Libby koos materiaal waarvan de ouderdom reeds bekend was. Hout van een sequoiaboom, die volgens de groeiringen 2928 jaar oud was gaf een 14-C datering van 3005 jaar. Het dodenschip van Sosostriis III bracht een 14-C bepaling van 3620 jaar. De Egyptologen gaven 3750 jaar. Niet immer klopt echter alles even goed. Recente verontreinigingen in de monsters zullen in veel gevallen wel de hoofdoorzaak zijn. Recente verontreinigingen in de monsters zullen in veel gevallen wel de hoofdoorzaak zijn. Ook zijn door de laatste onderzoeken fluktuaties aangetoond (o.a. Suess-effekt) die kleine correcties op de vroegere metingen nodig maken. Ook de halfwaarde 5570 jaar moet met ongeveer 3% verhoogd worden. (Mond. mededeling Prof. Waterbolk)

Tenslotte nog een voorbeeld waar de 14-C methode een door de archaeologen prachtig opgezette causaliteitsreeks omver wierp:

Het Mesolithicum werd aan de hand van typologieën onder verdeeld in Tardenois I tot en met IV. Prof. Schwabedissen sprak van de Kirchdorf-, Haltern-Boberg- en Hülstener Gruppe. Dit gehele Mesolithicum moest dan lopen van ongeveer 8000 tot 3000 voor X. De jongste phase-Hülstener Gruppe- met vaak van oppervlakte retouche voorziene microlithen, werd gedacht gedeeltelijk gelijktijdig te hebben bestaan naast de vroegste neolithische culturen. Als we de 14-C dateringen echter bezien, blijken deze „varianten” (1) niet te liggen tussen 8000 en 3000 voor X., maar tussen-7900 en-7300. Ofschoon tegen de 14-C methode, die nog maar in haar kinderschoenen staat, wel enkele serieuze bedenkingen aan te voeren zijn (2), belooft ze toch een steeds bruikbaarere hulp bij de archaeologische en jongere geologische ouderdomsbepalingen te worden.

---

1) Dr. A. Bohmers toonde met zijn statistische diagrammen overduidelijk aan dat er veel meer dan vier groepen te onderscheiden zijn. Inplaats van rationele opeenvolgingen spreekt hij liever van in bepaalde gebieden geconcentreerde populaties. (Zie literatuur 5)

Enige 14-C dateringen van Mesolithische nederzettingen: (Alle onder te brengen onder een der vier vroegere Franse- of Duitseindelingen)

Duurswoude I (7460)

Waskemeer (7455)

Luykgestel (7270)

Ermelo (7900)

Hatert (Nijm.) (7430)

Venlo (7430)

Haule I (7527)

Drouwenezand (7635)

2) Zie V. Milošević: *Germania* 35, 1957, 102 e.v. Maar ook H. Schwabedissen: *Germania* 36, 1958, Heft 1/2 en H. T. Waterbolk: *Antiquity* XXXIV, 1960 14 e.v.

#### LITERATUUR

Libby, W.F., 1951: Radiocarbon Dating.

de Vries, Hl. en Barendsen, G.W., 1953: Radiocarbon Dating by a proportional counter. *Physica*, 19, 987.

Waterbolk, H.T., 1960: The 1959 Carbon-14 Symposium at Groningen. *Antiquity*, 1959.

Schwabedissen, H. 1958: Zur Anwendung der C 14-Datierung und anderer naturwissenschaftlicher Hilfsmittel in der Ur-und Frühgeschichtsforschung. *Germania* 36, Heft 1,2.

Bohmers, A. en Wouters, A.M, 1956: Statistics and graphs in the study of flintassemblages, III, A preliminary raport on the statistical analysis of the Mesolithic in northwestern Europe. *Palaeohistoria* V.

Lent. O.B.

A.M.WOUTERS